

**EXPOSURE DEVICE PROVIDED WITH ALIGNMENT SYSTEM**

Patent Number: JP10209029  
Publication date: 1998-08-07  
Inventor(s): KATO MASANORI  
Applicant(s): NIKON CORP  
Requested Patent: ☐ JP10209029  
Application: JP19970020882  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L21/027; G03F7/207  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To highly precisely position a substrate without the loss of measuring time and stage moving time, and to precisely position the focal direction of a substrate against a projection optical system, by moving a stage and matching the average face of a photosensitive substrate with the pattern image-forming face of the projection optical system.

**SOLUTION:** The main focal position of the projection optical system, namely, the height of the substrate at the center of a shot is measured. The position of the average face of the substrate is calculated by desirable measuring points based on them. The respective measuring points are weighted. An exposure position is moved, an automatic focus system 145 measuring the height of the substrate at the center of the shot detects the height of the exposure face, the substrate 202 is moved in the direction of Z with an inclination set angle is left as it is and exposure is started by driving a substrate stage 201. Then, they are repeated. At the time of the exposure of a liquid crystal panel, reticles 121-124 are exchanged and an exposure operation is repeated.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①

(10) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-209029

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月7日

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 2 8 A

G 0 3 F 7/207

G 0 3 F 7/207

H

H 0 1 L 21/30

5 0 2 M

6 1 6 B

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平9-20832

(22) 出願日

平成9年(1997) 1月21日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 加藤 正紀

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

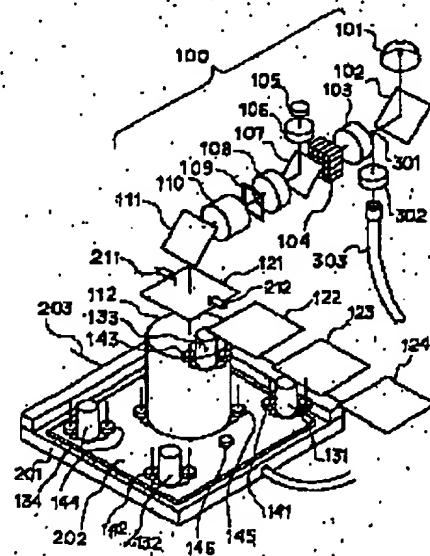
(74) 代理人 弁護士 宮川 貞二

(54) 【発明の名称】 アライメント系を備える露光装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 計測時間、ステージの移動時間のロスなしに高精度の位置合わせと、基板の焦点方向の位置を正確に設定することのできる露光装置を提供する。

【解決手段】 ステージ201と；主焦点検出系145と；第1～第3アライメント光学系131～133からの出力に基づき基板を保持するステージの位置を制御するステージ制御系と；第1～第3アライメント光学系の光軸方向における被検面と基板との相対位置を検出する補助焦点検出系141～143と；主焦点検出系及び3つの補助焦点検出系からの出力信号、あるいは3つの補助焦点位置検出系からの出力信号に基づいて基板の平均的な面を算出する演算処理系とを備え；ステージ制御系は、演算処理系からの出力信号および主焦点検出系からの出力信号に基づきステージを移動させて、基板の平均的な面と投影光学系のパターン結像面とを整合させる。



# 【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスク上に形成されたパターンを投影光学系を介して感光性基板に投影露光する投影露光装置において、

前記感光性基板を載置するステージと；前記投影光学系の光軸方向における前記投影光学系のパターン結像面と前記ステージに載置された前記感光性基板との相対位置を検出する主焦点検出系と；前記感光性基板の第1領域に形成された第1マークを検出する第1アライメント光学系と；前記感光性基板の第2領域に形成された第2マークを検出する第2アライメント光学系と；前記感光性基板の第3領域に形成された第3マークを検出する第3アライメント光学系と；前記3つのアライメント光学系からの出力に基づき前記感光性基板を保持するステージの位置を制御するステージ制御系と；前記第1アライメント光学系の光軸方向における前記第1アライメント光学系の被検面と前記ステージに載置された前記感光性基板との相対位置を検出する第1の補助焦点検出系と；前記第2アライメント光学系の光軸方向における前記第2アライメント光学系の被検面と前記ステージに載置された前記感光性基板との相対位置を検出する第2の補助焦点検出系と；前記第3アライメント光学系の光軸方向における前記第3アライメント光学系の被検面と前記ステージに載置された前記感光性基板との相対位置を検出する第3の補助焦点検出系と；前記主焦点検出系及び前記3つの補助焦点検出系からそれぞれ出力される出力信号、あるいは前記3つの補助焦点位置検出系からそれぞれ出力される出力信号に基づいて前記感光性基板の平均的な面を算出する演算処理系とを備え；前記ステージ制御系は、前記演算処理系からの出力信号および前記主焦点検出系からの出力信号に基づき前記ステージを移動させて、前記感光性基板の平均的な面と前記投影光学系のパターン結像面とを整合させることを特徴とする投影露光装置。

【請求項2】 前記ステージ制御系は、前記演算処理系からの出力信号および前記主焦点検出系からの出力信号に基づき前記ステージを前記投影光学系の光軸方向に沿って移動させる駆動装置を有することを特徴とする請求項1に記載の投影露光装置。

【請求項3】 前記ステージ制御系は、前記演算処理系からの出力信号および前記主焦点検出系からの出力信号に基づき前記ステージを傾斜させるステージ傾斜装置を有することを特徴とする請求項2に記載の投影露光装置。

【請求項4】 液晶表示装置またはプリント基板を製造する方法において、マスク上に形成された所定のパターンを感光性基板に投影する投影光学系を提供する第1工程と；前記感光性基板上の所定領域を前記投影光学系の露光視野内に設定する第2工程と；該第2工程によって前記投影光学系の露

光視野内に設定された前記所定領域から離れた前記感光性基板上の少なくとも3箇所に関して、前記投影光学系の光軸方向に沿った位置をそれぞれ計測して複数の第1計測値を得ると共に、前記所定領域から離れた前記感光性基板上の少なくとも3箇所に関して、前記投影光学系の光軸と直交する面に沿った位置をそれぞれ計測して複数の第2測定値を得る第3工程と；該第3工程にて得られた前記複数の第1計測値に基づき前記感光性基板の平均的な面を算出する第4工程と；前記第3工程にて得られた前記複数の第2計測値に基づき前記感光性基板の露光領域を前記投影光学系の露光視野内に設定する第5工程と；該第4工程にて得られた前記感光性基板の平均的な面と前記投影光学系のパターン結像面とが整合するように、前記投影光学系の光軸方向に沿った前記感光性基板の位置を調整する第6工程と；該第6工程により位置調整された前記感光性基板に対して前記マスクのパターンを前記投影光学系を介して投影露光する第7工程と；を含むことを特徴とする液晶表示装置またはプリント基板を製造する方法。

【請求項5】 液晶表示装置またはプリント基板を製造する方法において、

マスク上に形成された所定のパターンを感光性基板に投影する投影光学系を提供する第1工程と；前記感光性基板上の所定領域を前記投影光学系の露光視野内に設定する第2工程と；該第2工程によって前記投影光学系の露光視野内に設定された前記所定領域に関して、前記投影光学系の光軸方向に沿った位置を計測して第1計測値を得ると共に、前記所定領域から離れた前記感光性基板上の少なくとも複数の箇所に関して、前記投影光学系の光軸方向に沿った位置をそれぞれ計測して複数の第2計測値を得て、さらに、前記所定領域から離れた前記感光性基板上の少なくとも複数の箇所に関して、前記投影光学系の光軸と直交する面に沿った位置をそれぞれ計測して複数の第3計測値を得る第3工程と；該第3工程にて得られた前記第1計測値及び前記複数の第2計測値に基づき前記感光性基板の平均的な面を算出する第4工程と；前記第3工程にて得られた前記複数の第3計測値に基づき前記感光性基板の露光領域を前記投影光学系の露光視野内に設定する第5工程と；該第4工程にて得られた前記感光性基板の平均的な面と前記投影光学系のパターン結像面とが整合するように、前記投影光学系の光軸方向に沿った前記感光性基板の位置を調整する第6工程と；該第6工程により位置調整された前記感光性基板に対して前記マスクのパターンを前記投影光学系を介して投影露光する第7工程と；を含むことを特徴とする液晶表示装置またはプリント基板を製造する方法。

【請求項6】 液晶表示装置またはプリント基板を製造する方法において、

マスク上に形成された所定のパターンを感光性基板に投影する投影光学系を提供する第1工程と；前記感光性基

板上の所定領域を前記投影光学系の露光視野内に設定する第2工程と；該第2工程によって前記投影光学系の露光視野内に設定された前記所定領域から離れた前記感光性基板上の少なくとも3箇所において、前記投影光学系の光軸方向に沿った位置をそれぞれ計測して複数の第1計測値を得ると共に、前記所定領域から離れた前記感光性基板上の少なくとも3箇所に関して、前記投影光学系の光軸と直交する面に沿った位置をそれぞれ計測して複数の第2計測値を得る第3工程と；該第3工程にて得られた前記複数の第1計測値に基づき前記感光性基板の平均的な面を算出する第4工程と；前記投影光学系のパターン結像面に対する前記感光性基板の平均的な面の傾斜あるいは前記投影光学系のパターン結像面に対する前記投影光学系の光軸方向での前記感光性基板を補正するために、前記感光性基板の傾斜あるいは前記感光性基板の前記光軸方向の位置を調整する第5工程と；前記第3工程にて得られた前記複数の第2計測値に基づき前記感光性基板の露光領域を前記投影光学系の露光視野内に設定する第6工程と；前記第5工程により調整された前記感光性基板の姿勢を維持しながら、前記投影光学系のパターン結像面に対する前記感光性基板の前記光軸方向に沿った位置を計測する第7工程と；前記第5工程により調整された前記感光性基板の姿勢を維持しながら、前記第7工程にて得られる計測値に基づき前記感光性基板を前記光軸方向へ移動させることにより、前記感光性基板の前記光軸方向での位置を設定する第8工程と；該第8工程により前記光軸方向での位置が設定された前記感光性基板に対して前記マスクのパターンを前記投影光学系を介して投影露光する第9工程と；を含むことを特徴とする液晶表示装置またはプリント基板を製造する方法。

【請求項7】 液晶表示装置またはプリント基板を製造する方法において、マスク上に形成された所定のパターンを感光性基板に投影する投影光学系を提供する第1工程と；前記感光性基板上の所定領域を前記投影光学系の露光視野内に設定する第2工程と；該第2工程によって前記投影光学系の露光視野内に設定された前記所定領域に関して、前記投影光学系の光軸方向に沿った位置を計測して第1計測値を得ると共に、前記所定領域から離れた前記感光性基板上の少なくとも3箇所に関して、前記投影光学系の光軸方向に沿った位置をそれぞれ計測して複数の第2計測値を得て、さらに、前記所定領域から離れた前記感光性基板上の少なくとも3箇所に関して、前記投影光学系の光軸と直交する面に沿った位置をそれぞれ計測して複数の第3計測値を得る第3工程と；該第3工程にて得られた前記第1計測値と前記複数の第2計測値に基づき前記感光性基板の平均的な面を算出する第4工程と；前記投影光学系のパターン結像面に対する前記感光性基板の平均的な面の傾斜あるいは前記投影光学系のパターン結像面に対する前記投影光学系の光軸方向での前記感光性基

板の位置を補正するために、前記感光性基板の傾斜あるいは前記感光性基板の前記光軸方向の位置を調整する第5工程と；前記第5工程により調整された前記感光性基板の姿勢を維持しながら、前記第3工程にて得られた前記複数の第3計測値に基づき前記感光性基板上の露光領域を前記投影光学系の露光視野内に設定する第6工程と；該第6工程後において、前記第5工程により調整された前記感光性基板の姿勢を維持しながら、前記投影光学系のパターン結像面に対する前記感光性基板の前記光軸方向に沿った位置を計測する第7工程と；該第4工程にて得られた前記感光性基板の平均的な面と前記投影光学系のパターン結像面とが整合するように、前記第5工程により調整された前記感光性基板の姿勢を維持しながら、第7工程で計測された前記投影光学系の光軸方向に沿った前記感光性基板の位置を調整する第8工程と；該第8工程により位置調整された前記感光性基板に対して前記マスクのパターンを前記投影光学系を介して投影露光する第9工程と；を含むことを特徴とする液晶表示装置またはプリント基板を製造する方法。

【請求項8】 前記第4工程で、前記第1計測値と第2計測値との間に所定の重み付けをすることを特徴とする、請求項5または請求項7に記載の、液晶表示装置またはプリント基板を製造する方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被検面の変位を検出するための表面変位検出系を有する、アライメント系を備えた露光装置に関し、特に大型の液晶パネル用露光装置における焦点位置検出系等に適用して好適な表面変位検出系、及び基板の傾斜検出系を有する露光装置に関する。

##### 【0002】

【従来技術】大きな露光領域をもつ液晶パネル製造装置では、特開平5-204166号に示されているように、複数の光源からの光を複数の所定の被検出位置に分割、投射し、各光源からのスリット光像を各被検出位置に形成し、それを複数の検出系にて受光することによって、各被検出位置での表面変位を検出する方法が考案され、その各検出位置での表面変位が同一面になるように、基板を載置している基板ステージを傾斜させて露光面を設定したり、若しくは複数の被検出位置の各検出点の高さから平均の高さを演算し、この高さに基板表面がくるように、ステージを上下方向に駆動し、露光面の設定を行っている。

【0003】図5に、そのような大型基板に対応する表面変位検出系の構成を示す。図中、LEDやハロゲンランプ等の光源901からの投射光は、コンデンサレンズ902を介して投光スリット903を照射する。投光スリット903は矩形の細長いスリット開口を有し、このスリット開口を通して投射される投射光はミラー904

により基板の被検面と平行になるように偏向される。次いで、投射光は送光側対物レンズ905を介してハーフプリズム906に入射し、ここで2方向に分割され、ここで反射された光は更にミラー907、908で偏向された後、被検面上の被検出位置991に、透過した光は同様にミラー916、917で偏向された後、被検面上の被検出位置992に、それぞれ斜めに入射し投光スリット903の像を結ぶ。

【0004】同様に、被検面中心位置をはさんで光源901と対向する位置に設けられた光源931からの投射光により、スリット像が被検出位置993と994に、投光スリットの像を結ぶ。ここで、被検出位置991、992、994、993は、この順で隣合う関係で基板の被検面上の正方形の頂点の位置を占めている。即ち、被検出位置991と994とが対向関係にあり、被検出位置992と993とが対向関係にある。

【0005】被検出位置991の表面で反射した反射光は、ミラー909、910で偏向されハーフプリズム911に入射し、一方被検出位置993で反射した反射光は、同様にミラーで偏向されハーフプリズム911に入射し、被検出位置991からの光と合成される。合成された光は、受光対物レンズ912、ミラー913、受光スリット914を経て光電変換素子等の受光素子915の受光面に、スリット像を再結像する。

【0006】同様に、被検出位置992で反射した反射光と被検出位置994で反射した反射光とは、受光素子924に入射し、スリット像を再結像する。

【0007】ここで、2つの光源901、931のうち901をON、931をOFFにすると、検出点991と検出点992を同時に、各光電変換素子915と924を用いて検出し、さらに光源901をOFF、931をONにすると、検出点993と検出点994を同時に、各光電変換素子915と924を用いて検出できる。しかも光電変換素子については、検出点993は検出点991と同じ素子915、検出点994は検出点992と同じ素子924を用いている構成である。このように、ON、OFF等の時分割にて、各被検出位置の被検面垂直方向の高さを測定している。

【0008】また、TFT等の液晶基板を形成する場合には、図6に示されるような露光装置が用いられる。TFT等の製造では、基板に数層を重ねることにより、1枚のパネルを形成する。即ち露光装置に対しては、1層目に焼き付けられたパターンに対して、2層目以降のショットを正確に重ね合わせを行い露光することが要求される。図中、例えば超高圧水銀ランプ101のような光源からの光により、メイン照明系100を介して、回路パターンを有するレチクル121を照明し、そのパターン像をプレート202上に転写する。プレート202側には、先に述べたオートフォーカス系145（図6では、中心1点のオートフォーカス）により、基板202

の光軸方向の位置を検出し、投影光学系112の焦点面に基板202を設定している。レチクルが4枚（121～124）配置してあるのは、4枚のレチクルにて、1枚のパネル形成するようにしてあるためで、これらレチクルを交換しながら、いわゆる継ぎ露光を行いパネルを形成する。各レチクル121～124を所定の位置に合わせるための、レチクルアライメント系211、212を配置してある。

【0009】更に、1層目のプレート基板202の位置を検出し、2層目以降の位置合わせを行う為に、プレートアライメント系131～134（133は投影光学系112の陰に隠れている）を有している。プレートアライメント系としては、アライメント時間を短縮する目的の為、4つの顕微鏡131～134を配置してある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】以上のような従来の露光装置によれば、ステージの傾斜を修正して露光面を設定する装置の場合は、露光領域内にうねり成分に比べ傾斜成分の大きい基板に対して効果が大きいが、大型基板を傾斜させる動作が加わる為、処理速度が遅いという欠点がある。

【0011】平均高さに基板表面が来るようにステージを上下方向に駆動して露光面を設定をする装置の場合は、基板を傾斜させずに処理するため、うねり成分に比べ傾斜成分の少ない基板に対して有効で、スループットが高く、更に大型基板を傾斜させる機構自体も不要となるため、コストダウン効果と装置の軽量化がはかれることのメリットがあるが、傾斜成分の大きな基板には効果が少ない。

【0012】また従来型の焦点位置検出装置では、各ショットごとに、時分割にて各検出点を検出するため、基板の全ての検出点を検出し、基板の平均面、基板の傾斜成分を求めるのに時間がかかり、更に、各ショットごとにステージを傾斜させるため、スループットを低下させる原因の一つになっていた。さらに同構成にて、これを改善しようとする、受光光学系が各検出点に対して、各々配置、構成されることになり、構成が複雑になり、設計、製造上、大きな障害、過大な労力を費やすこととなる。更に、どうしても各ショットごとレベリング動作を行うため、スループットの低下は、避けられなかった。

【0013】加えて、プレートの傾きや、うねり等の影響を受け、2層目以降にプレートの位置合わせを行う場合に、プレートアライメント系のアライメント光の重心の傾き、いわゆるテレセン性とデフォーカスの影響を受け、誤差を持ち、重ね合わせ精度が悪化するという問題を生じていた。更に、精度を向上させようとするれば、ショットセンターを計測するオートフォーカス系にてアライメントを行う位置をセンターに移動させ、基板の高さを求め、更に、再びアライメント系の位置に基板を移動

させアライメントを実行するといった方法をとることになる。この方法では、重ね合わせ精度は向上するが、特にアライメント系を複数有する場合には、上記動作を複数回繰り返すこととなり、スループットが大きく低下してしまう。

【0014】そこで本発明は、計測時間、及びステージの移動時間のロスなしに基板の高精度の位置合わせと、投影光学系に対する基板の焦点方向の位置を正確に設定することのできる露光装置を提供することを目的としている。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に係る発明による投影露光装置は、図1に示されるように、マスク121上に形成されたパターンを投影光学系112を介して感光性基板202に投影露光する投影露光装置において、前記感光性基板を載置するステージ201と；前記投影光学系の光軸方向における前記投影光学系のパターン結像面と前記ステージに載置された前記感光性基板との相対位置を検出する主焦点検出系145と；前記感光性基板の第1領域に形成された第1マークを検出する第1アライメント光学系131と；前記感光性基板の第2領域に形成された第2マークを検出する第2アライメント光学系132と；前記感光性基板の第3領域に形成された第3マークを検出する第3アライメント光学系133と；前記3つのアライメント光学系からの出力に基づき前記感光性基板を保持するステージの位置を制御するステージ制御系（204（図2））と；前記第1アライメント光学系の光軸方向における前記第1アライメント光学系の被検面と前記ステージに載置された前記感光性基板との相対位置を検出する第1の補助焦点検出系141と；前記第2アライメント光学系の光軸方向における前記第2アライメント光学系の被検面と前記ステージに載置された前記感光性基板との相対位置を検出する第2の補助焦点検出系142と；前記第3アライメント光学系の光軸方向における前記第3アライメント光学系の被検面と前記ステージに載置された前記感光性基板との相対位置を検出する第3の補助焦点検出系143と；前記主焦点検出系及び前記3つの補助焦点検出系からそれぞれ出力される出力信号、あるいは前記3つの補助焦点位置検出系からそれぞれ出力される出力信号に基づいて前記感光性基板の平均的な面を算出する演算処理系と；を備え、前記ステージ制御系は、前記演算処理系からの出力信号および前記主焦点検出系からの出力信号に基づき前記ステージを移動させて、前記感光性基板の平均的な面と前記投影光学系のパターン結像面とを整合させることを特徴とする。

【0016】このように構成すると、3以上アライメント系の補助焦点位置検出系を用いるので、アライメント系位置での基板の高さを計測できることになり、それらの焦点検出系により基板の平均的な面が算出され、基板

の平均的な面と投影レンズの像面検出用の焦点検出系によって、焦点位置が決定でき、また、3以上のアライメント光学系により基板の露光領域を向きも含めて正確に位置決めすることができる。

【0017】さらに請求項2に係る発明による投影露光装置のように、請求項1の装置に加えて、前記ステージ制御系は、前記演算処理系からの出力信号および前記主焦点検出系からの出力信号に基づき前記ステージを前記投影光学系の光軸方向に沿って移動させる駆動装置を有してもよい。

【0018】請求項3に係る発明による投影露光装置のように、請求項2の装置に加えて、前記ステージ制御系は、前記演算処理系からの出力信号および前記主焦点検出系からの出力信号に基づき前記ステージを傾斜させるステージ傾斜装置を有してもよく、この場合ステージ傾斜装置を有するので、うねり成分に比べて傾斜成分の大きい基板の傾斜を修正できる。即ち、基板の大きな傾斜成分を計測し、駆動系にて基板を傾斜させることにより、傾斜の補正が可能となる。言い換えれば基板アライメント系に対する焦点面を計測する手段を利用することにより、位置合わせ時の検出誤差、テレセン性×デフォーカス分だけ、位置合わせ精度が向上し、更にこの時の基板の傾斜が求まり、駆動系にて基板を傾斜させることにより基板の傾斜成分を補正するため、計測時間及びステージの移動時間のロスなしに、高精度の位置合わせと、投影光学系に対する基板の焦点方向の位置を正確に、設定できる。

【0019】請求項4に係る発明による液晶表示装置またはプリント基板を製造する方法は、マスク上に形成された所定のパターンを感光性基板に投影する投影光学系を提供する第1工程と；前記感光性基板上の所定領域を前記投影光学系の露光視野内に設定する第2工程と；該第2工程によって前記投影光学系の露光視野内に設定された前記所定領域から離れた前記感光性基板上の少なくとも3箇所に関して、前記投影光学系の光軸方向に沿った位置をそれぞれ計測して複数の第1計測値を得ると共に、前記所定領域から離れた前記感光性基板上の少なくとも3箇所に関して、前記投影光学系の光軸と直交する面に沿った位置をそれぞれ計測して複数の第2測定値を得る第3工程と；該第3工程にて得られた前記複数の第1計測値に基づき前記感光性基板の平均的な面を算出する第4工程と；前記第3工程にて得られた前記複数の第2計測値に基づき前記感光性基板の露光領域を前記投影光学系の露光視野内に設定する第5工程と；該第4工程にて得られた前記感光性基板の平均的な面と前記投影光学系のパターン結像面とが整合するように、前記投影光学系の光軸方向に沿った前記感光性基板の位置を調整する第6工程と；該第6工程により位置調整された前記感光性基板に対して前記マスクのパターンを前記投影光学系を介して投影露光する第7工程と；を含むことを特徴

とする。

【0020】このような方法では、少なくとも3カ所における光軸方向の基板位置から平均的な面が算出され、光軸方向の位置が調整されるので、傾斜成分が少なくうねり成分の大きい基板の位置決めに適する。

【0021】請求項5に係る発明による液晶表示装置またはプリント基板を製造する方法は、マスク上に形成された所定のパターンを感光性基板に投影する投影光学系を提供する第1工程と；前記感光性基板上の所定領域を前記投影光学系の露光視野内に設定する第2工程と；該第2工程によって前記投影光学系の露光視野内に設定された前記所定領域に関して、前記投影光学系の光軸方向に沿った位置を計測して第1計測値を得ると共に、前記所定領域から離れた前記感光性基板上の少なくとも複数箇所に関して、前記投影光学系の光軸方向に沿った位置をそれぞれ計測して複数の第2計測値を得て、さらに、前記所定領域から離れた前記感光性基板上の少なくとも複数箇所に関して、前記投影光学系の光軸と直交する面に沿った位置をそれぞれ計測して複数の第3計測値を得る第3工程と；該第3工程にて得られた前記第1計測値及び前記複数の第2計測値に基づき前記感光性基板の平均的な面を算出する第4工程と；前記第3工程にて得られた前記複数の第3計測値に基づき前記感光性基板の露光領域を前記投影光学系の露光視野内に設定する第5工程と；該第4工程にて得られた前記感光性基板の平均的な面と前記投影光学系のパターン結像面とが整合するように、前記投影光学系の光軸方向に沿った前記感光性基板の位置を調整する第6工程と；該第6工程により位置調整された前記感光性基板に対して前記マスクのパターンを前記投影光学系を介して投影露光する第7工程と；を含むことを特徴とする。

【0022】このような方法では、投影光学系の光軸方向に沿った基板位置の計測値と、加えて感光性基板上の少なくとも複数箇所の光軸方向に沿った位置の複数の計測値とから、基板の平均的な面を算出し、投影光学系の光軸方向に沿った感光性基板の位置を調整するので、傾斜成分が少なくうねり成分の大きい基板の位置決めに適する。また、感光性基板上の少なくとも複数箇所に関して、前記投影光学系の光軸と直交する面に沿った位置の計測値を得て、感光性基板の露光領域を前記投影光学系の露光視野内に設定するので、基板の露光領域を向きも含めて正確に位置決めすることができる。

【0023】請求項6に係る発明による液晶表示装置またはプリント基板を製造する方法は、マスク上に形成された所定のパターンを感光性基板に投影する投影光学系を提供する第1工程と；前記感光性基板上の所定領域を前記投影光学系の露光視野内に設定する第2工程と；該第2工程によって前記投影光学系の露光視野内に設定された前記所定領域から離れた前記感光性基板上の少なくとも3箇所において、前記投影光学系の光軸方向に沿

た位置をそれぞれ計測して複数の第1計測値を得ると共に、前記所定領域から離れた前記感光性基板上の少なくとも3箇所に関して、前記投影光学系の光軸と直交する面に沿った位置をそれぞれ計測して複数の第2計測値を得る第3工程と；該第3工程にて得られた前記複数の第1計測値に基づき前記感光性基板の平均的な面を算出する第4工程と；前記投影光学系のパターン結像面に対する前記感光性基板の平均的な面の傾斜あるいは前記投影光学系のパターン結像面に対する前記投影光学系の光軸方向での前記感光性基板を補正するために、前記感光性基板の傾斜あるいは前記感光性基板の前記光軸方向の位置を調整する第5工程と；前記第3工程にて得られた前記複数の第2計測値に基づき前記感光性基板の露光領域を前記投影光学系の露光視野内に設定する第6工程と；前記第5工程により調整された前記感光性基板の姿勢を維持しながら、前記投影光学系のパターン結像面に対する前記感光性基板の前記光軸方向に沿った位置を計測する第7工程と；前記第5工程により調整された前記感光性基板の姿勢を維持しながら、前記第7工程にて得られる計測値に基づき前記感光性基板を前記光軸方向へ移動させることにより、前記感光性基板の前記光軸方向での位置を設定する第8工程と；該第8工程により前記光軸方向での位置が設定された前記感光性基板に対して前記マスクのパターンを前記投影光学系を介して投影露光する第9工程と；を含むことを特徴とする。

【0024】このような方法では、投影光学系のパターン結像面に対する感光性基板の平均的な面の傾斜あるいは投影光学系のパターン結像面に対する投影光学系の光軸方向での感光性基板を補正するために、前記感光性基板の傾斜あるいは前記感光性基板の前記光軸方向の位置を調整する工程を備えるので、基板の傾斜成分が修正される。即ち、うねりの他傾斜成分の大きい基板に対して有効である。

【0025】請求項7に係る発明による液晶表示装置またはプリント基板を製造する方法は、マスク上に形成された所定のパターンを感光性基板に投影する投影光学系を提供する第1工程と；前記感光性基板上の所定領域を前記投影光学系の露光視野内に設定する第2工程と；該第2工程によって前記投影光学系の露光視野内に設定された前記所定領域に関して、前記投影光学系の光軸方向に沿った位置を計測して第1計測値を得ると共に、前記所定領域から離れた前記感光性基板上の少なくとも複数箇所に関して、前記投影光学系の光軸方向に沿った位置をそれぞれ計測して複数の第2計測値を得て、さらに、前記所定領域から離れた前記感光性基板上の少なくとも複数箇所に関して、前記投影光学系の光軸と直交する面に沿った位置をそれぞれ計測して複数の第3計測値を得る第3工程と；該第3工程にて得られた前記第1計測値と前記複数の第2計測値に基づき前記感光性基板の平均的な面を算出する第4工程と；前記投影光学系のパター



ン結像面に対する前記感光性基板の平均的な面の傾斜あるいは前記投影光学系のパターン結像面に対する前記投影光学系の光軸方向での前記感光性基板の位置を補正するために、前記感光性基板の傾斜あるいは前記感光性基板の前記光軸方向の位置を調整する第5工程と；前記第5工程により調整された前記感光性基板の姿勢を維持しながら、前記第3工程にて得られた前記複数の第3計測値に基づき前記感光性基板上の露光領域を前記投影光学系の露光視野内に設定する第6工程と；該第6工程後において、前記第5工程により調整された前記感光性基板の姿勢を維持しながら、前記投影光学系のパターン結像面に対する前記感光性基板の前記光軸方向に沿った位置を計測する第7工程と；該第4工程にて得られた前記感光性基板の平均的な面と前記投影光学系のパターン結像面とが整合するように、前記第5工程により調整された前記感光性基板の姿勢を維持しながら、第7工程で計測された前記投影光学系の光軸方向に沿った前記感光性基板の位置を調整する第8工程と；該第8工程により位置調整された前記感光性基板に対して前記マスクのパターンを前記投影光学系を介して投影露光する第9工程と；を含むことを特徴とする。

【0026】このような方法では、投影光学系の光軸方向に沿った基板位置の計測値と、それに加えて感光性基板上の少なくとも複数箇所に於いて投影光学系の光軸方向に沿った位置の計測値に基づき感光性基板の平均的な面を算出し、投影光学系のパターン結像面に対する感光性基板の平均的な面の傾斜あるいは投影光学系のパターン結像面に対する前記投影光学系の光軸方向での感光性基板の位置を補正するために、前記感光性基板の傾斜あるいは前記感光性基板の前記光軸方向の位置を調整する工程を備えるので、基板の傾斜成分が修正され、うねりの他傾斜成分の大きい基板に対して有効である。

【0027】請求項8に係る発明による露光装置またはプリント基板を製造する方法は、請求項5または請求項7に記載の方法に加えて、投影光学系の光軸方向に沿った基板位置の計測値と、それに加えて感光性基板上の少なくとも複数箇所に於いて得た、投影光学系の光軸方向に沿った位置の複数の計測値間に所定の重み付けをすることを特徴とする。

【0028】このような方法では、重み付けをすることで、基板上の主要な点の計測値に大きな重みを付けることにより合焦状態を全体的に良好に設定することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、各図において互いに同一あるいは相当する部材には同一符号を付し、重複した説明は省略する。

【0030】図1により、本発明による露光装置の第一の実施の形態の構成を説明する。この実施の形態では、

超高圧水銀ランプ等の光源101、反射鏡102、コリメートレンズ103、オプティカルインテグレーター104、ハーフミラー107、リレーレンズ108、レチクルブラインド109、レチクルブラインド結像光学系110及び反射鏡111を含む照明光学系100、そして投影光学系112、プレートステージ201が、光源101の光路中に以上の順に配置されている。さらに、反射鏡102とコリメートレンズ103の間には、シャッター301が設けられており、必要に応じて光源101の光束を照明光学系100の外部に取り出すことができるようになっている。取り出した光束は集光レンズ302により、光ファイバー303の入射端に集光されるように構成されている。

【0031】ハーフミラー107は、やはり照明光学系内の光束を外部に導くためのもので、導き出された光束は結像光学系のレンズ106を介して、基板202の面と共役な結像面を有する例えば光電変換素子のような受光素子105の受光面に結像されるように構成されている。

【0032】また、反射鏡111と投影光学系112との間には、投影すべきパターンを形成されたレチクル121、122、123、124を順次載置できる原版ステージ（図示せず）が設けられている。

【0033】さらに投影光学系112の周囲には、プレートステージ201をその真下に設定したときに、プレートステージ201の上に載置された例えば矩形的のプレート（基板）のほぼ四隅の僅かに内側に位置するように4個のプレートアライメント系131、132、133、134が配置されている（133は、投影光学系の後ろに隠れている）。また、プレートステージ201の位置を座標系で計測するために、プレート干渉系203が設けられている。また、投影光学系112とプレートステージ201との間には、投影光学系用のオートフォーカス系145が設けられている。

【0034】次に第1の実施の形態の作動を図1を参照して説明する。超高圧水銀ランプのような光源101からの光により、露光波長を不図示の干渉フィルタ等により選択し、メイン照明系100を介して、回路パターンを有するレチクル121を照明し、そのパターン像を投影光学系によりプレート202上に転写する。プレート202側には、ショット中心を計測するためのオートフォーカス系145を設けてある。オートフォーカス系145は、基板202の光軸方向の位置を検出し、投影光学系112の焦点面に基板202を設定するように作動する。レチクルが4枚121～124配置してあるのは、4枚のレチクルにて1枚のパネル形成するようにしてあるためで、レチクルを交換しながら、いわゆる継ぎ露光を行いパネルを形成する。したがって各レチクル121～124を所定の位置に合わせるための、レチクルアライメント系211、212をレチクルステージ上方

に配置してある。

【0035】更に、プレート202側の1層目のプレート基板202の位置を検出し、2層目以降の位置合わせを行うために、プレートアライメント系131~134を有している。プレートアライメント系として4つの顕微鏡131~134を配置してあるのは、アライメント時間を短縮する目的のためである。更に各プレートアライメント系に対して、斜入射型のオートフォーカス系141~144を設けてある。

【0036】まず、1層目の露光時の、Z方向即ち投影光学系の光軸方向の動作を説明する。露光される基板は、例えば不図示のプレートカセットより取り出され、ステージ201上に搬入される。ステージ201上に載置された基板202は、不図示のプリアライメント機構により、プレートの基準辺に対して数十 $\mu$ mの精度で位置合わせされる。ここで、プリアライメント機構は、例えばプレートステージ201上にある不図示の基準のピンにプレートの基準辺を押しつける方式や、不図示のポテンショ等により基準辺の位置を計測し、ステージ201側で補正を行う方式等がある。ここで、ステージ201上に載置された基板202は、各プレートアライメント系オートフォーカス系141~144（以下PA-AF系と称す）により、各プレートアライメント系131~134の位置にて、プレート202のZ方向の位置を検出する。PA-AF系141~144は、斜入射型のオートフォーカス系であり、図2に示すように構成されている。

【0037】先ず図2におけるPA系の構成を簡単に説明する。プレート202上のプレートアライメントマークからの光を受光する第1対物レンズ237、第2対物レンズ238がこの順で設けられ、これらレンズについてプレート202と共役な位置に指標239が配置されており、指標に対する第1リレーレンズ240、第2リレーレンズ241がこの順で設けられ、これらレンズについて指標239と共役な位置にCCD等の撮像素子が配置されている。

【0038】また、第1対物レンズ237と第2対物レンズ238との間には、ハーフミラー235が、これらレンズの光軸に対して傾斜させて配置され、光源からの照明光を導入し、プレートアライメントマークを照明できるようにになっている。その照明用の光源としては、光ファイバー231が用いられる。光ファイバー231の出射端とハーフミラー235との間には照明リレーレンズ232、234が挿入配置され、これら照明レンズ232と234との間には、偏向ミラー233が設けられ、光ファイバー231からの光をハーフミラーに向けて、前述のようにプレートアライメントマークが照明されるように構成されている。

【0039】次に、同じく図2における斜入射型のオートフォーカス系について説明する。これは、例えば特開

昭56-42205号公報（基板に半導体ウエハを用いた半導体製造装置の焦点位置検出に関する公報）などによって開示されている大型液晶パネル製造装置における焦点位置検出装置と同様な装置である。即ち、投影レンズによってマスクパターンが転写される位置に置かれたガラス基板に対して、斜めに入射光を照射し、そのガラス基板の表面から斜めに反射する反射光を検出して、その表面位置を検出するものである。

【0040】この公知の焦点位置検出装置は、基板の表面を被検出面として、その被検出面に投射光束を斜めに投射してスリット状の光像を被検出面に結像させ、その反射光を受光結像に設けられた光電変換素子で構成された検出部に再結像させることにより、その反射光の検出部上での入射位置を検知するように構成されている。したがって、被検出面の基板の表面が上下方向に変位（図2では、PA系のレンズ光軸に沿って移動）すると、その上下方向の変位に対応して、検出部に入射する反射光像がその入射方向に対して直交する方向に横ずれを起こすことになる。この横ズレ量を検出することによって基板表面が投影レンズに対して合焦位置にあるか否かを判定可能である。

【0041】これは、上記公開公報に記載されているような装置と原理は同一であるが、光源は投影光学系112（図1）の焦点検出用光源である別置きのハロゲンランプ101からの光を光ファイバー303にてPA-AF系141他内に取り込む構成としてある。これは、波長の違い等によるZ方向の検出誤差の影響を同じ条件としたためであるが、LED等の光源であっても構わない。更に、図中のプレートアライメント系131は、CCD242を用いた指標に対する基板のアライメントマークを計測する、いわゆる画像処理アライメント系を示してあるが、レーザー光を用いステージを走査することによる散乱光、回折光を受光するような光学系であっても構わない。各アライメント系131~134のZ方向の位置は、ステージ201上の基準マーク146（図1）を用いてキャリブレーションされ、計測値はアライメント系131~134の位置での基板202のZ方向の位置となる。

【0042】各PA-AF系141~144の計測値の差分が基板の高さの差に相当する。例えば、PA-AF系141の値と、PA-AF系144の値の差分がゼロになり、かつ、PA-AF系142と、PA-AF系143の値の差もゼロになるように、基板202を傾斜させればよい。

【0043】このように基板を制御したとしても、更にその残差が生ずる場合も発生する。それを通常液晶基板に用いられているガラス基板に関して、簡単に説明する。通常、ガラス基板は基板の持つ大きな傾斜成分（以下テーパーと称す）と大まかに言って100mm程度の周期でのうねりが存在する。

【0044】テーパーは、例えば、550×650mmの基板に対して、約30～40μm程度あり、うねりの方は、振幅で数～10μm程度存在すると言われている。更に当然基板202を載置するプレートホルダ（図1ではプレートステージ201）の平面度がこれに加算されることになる。

【0045】プレートホルダは、投影光学系で露光する1ショット中、例えば100mm□（四方）中、数μmの精度にて仕上がり、更に全面で10～20μm程度の傾斜が残り残存してしまう。即ち、例えば1ショット中の基板の高さを複数箇所測定できたとしても周期性を持つものに対しては効果が小さく、それよりも基板を大局的に見た時のテーパー成分を検出、補正した方が効果が大いことになる。即ち、上記例で言えば、基板やホルダのテーパー成分を除くことができれば、1ショット中では基板の10μm程度と、ホルダの数μmのみを考慮すれば良いこととなる。

【0046】例えば液晶用の露光装置の投影光学系では、解像力が比較的必要とされないため、光学系の開口数（N. A.）を小さくとることができ、当然焦点深度はかなり大きくなる。この焦点深度が、十数μm以上有ればよいこととなる。本発明は、この条件を満足する装置に適用できるものである。

【0047】先に述べた残差がこのうねり成分によるもので、アライメント系の位置での周期的な変化のどこかの点にて計測されたかによって生ずるもので、10μm程度は残差として残る可能性がある。実際には、計測点3つ以上好ましくは4つの計測点にて各計測値の差が最小になるように傾斜させることが望ましい。更に計測点を増やしても構わない。

【0048】これらの動作より、基板の大局的なテーパーを取り除き設定する。このとき、投影光学系の主焦点位置即ちショット中心の基板の高さを計測し、先の好ましい計測点数の4点と合わせて5点により、それぞれに基づいて基板の平均的な面の位置を算出するが、このとき各計測点に重み付けを行ってもよい。例えば、ショット中心の計測値に4の重みを付け、その他の4点の計測値の重みを1とする。あるいは、各点からお互いの中点までの距離を半径とする円を描き、その中に含まれるべき投影パターンの領域の面積比で重みを付けてもよい。

【0049】図1において、こうして傾斜角の定められた基板202を、基板ステージ201を駆動することにより露光位置に移動させ、ショット中心の基板202の高さを計測するオートフォーカス系145により露光面の高さを検出し、前記設定された傾斜角のままZ方向に基板を移動させ露光を開始する。後はこの繰り返しである。但し、液晶用パネルの露光時には、レチクル121～124の交換を行いながら、露光動作を繰り返すことになる。

【0050】次に、2層目以降の露光時のZ方向に關す

る説明を行う。2層目以降には、1層目と同様にプリアラライメント系により、基板202のステージ201上の位置を計測、位置合わせし、基板202をステージ201上に設置する。基板202は、まずPA-AF系141～144により、各PA系131～134の位置の基板の高さを検出する。1層目の時と同様に計測し、各計測値の差が最小になるように、例えば露光中心を挟んで対向する位置の計測値同士の差がゼロになるように傾斜させ、その姿勢を維持しながらステージ201をZ方向に移動させることにより、全体的に見て合焦状態が最良になるように基板202を設定し、その位置合わせを行う。

【0051】基板202を設定する位置としては、全計測値の平均値が合焦位置に一致するようにしてもよいし、最高値と最低値の平均値が合焦位置に一致するようにしてもよい。あるいは、一つの計測値だけが残りの計測値とかけ離れているときは、ゴミ等の影響が考えられるので、少しずらした位置で計測し直してみてもよい。

【0052】このとき、いかように設定しても予め設定されたZに対するしきい値よりも大きな値となってしまう場合には、例えば隣り合う位置2つの測定値がしきい値よりも小さくなるようにしてまずその二点のアライメントを行い、次に残りの位置について同様にアライメントするというように、アライメント動作を複数回に分けて計測しても構わない。このようにして、各プレートアライメント系131～134に対して、ほぼ焦点位置でプレートアライメントを実行し計測することができ、テレセン性×デフォーカス量で求まる位置合わせ時の検出誤差を最小にできる。

【0053】簡単にこの誤差を図3をもつて説明する。用いるプレートアライメント系は、図2に示したものである。ここでは、簡単のため、照明用ファイバー231が取り付け位置に対して、大きくずれた場合を想定してある。こうなった場合を点線で示してある。照明光は、プレート202上で角度θだけ倒れてプレート202を照明する。照射された光は、対物レンズ237、第二対物レンズ238を介して、指標239上で、Δだけずれた位置を通過することとなる。この誤差は、プレート202上での量Δ'に換算すれば、簡単にΔ' = θ × δで表される。

【0054】次に、先に求めた基板の傾斜角のまま、プレートアライメント系131～134にて求めた基板202の位置に対して、重ね露光を行う。露光時には、1層目と同様に、基板を露光位置に移動させ、ショット中心の基板の高さを計測するオートフォーカス系145により露光面を検出し、前記設定された傾斜角のままZ方向に基板を移動させ、露光を開始することとなる。

【0055】本発明の露光装置の第2の実施の形態は、PA-AF系にいわゆるプレートアライメント系の対物レンズを共有するTTL（Through The L

ens)のPA-AF系を用いた系である。TTL型の焦点検出系の構成を図4に示す。この構成は、顕微鏡等の焦点検出に利用できる系である。図4を用いて簡単にその構成を説明する。

【0056】プレート202(表面のみ図示)に対する第1対物レンズ237と第2対物レンズ238がこの順で配置されており、これらのレンズについてプレート202と共役な位置にCCD等の撮像素子242(表面のみ図示)が置かれている。さらに第1対物レンズ237と第2対物レンズ238の間には、ハーフミラー235が第1、第2対物レンズの光軸に対して傾斜して挿入配置され、外部から照明光を導入するようになっている。

【0057】ハーフミラー235への照明光の入射方向には照明用対物レンズ234が設けられており、第1対物レンズ237と前記対物レンズ234について、被検出面であるプレート202の表面と共役な位置にはピンホールやスリット等を有するプレート251が配置されている。

【0058】プレート251を対物レンズ234とは反対側から照明する照明用の光源としては例えばハロゲンランプ等から光ファイバー231で導かれた光が用いられる。光ファイバー231の射出端からの光は、コンデンサレンズ232と偏向ミラー233を介してプレート251をケーラー照明するように構成されている。

【0059】一方、第2対物レンズ238と撮像素子242との間には、フーコプリズム252が配置されている。フーコプリズムは、短い辺と長い辺が直角を挟む直角三角形の断面形状を有する、同一形状の2個のプリズムの短辺の面同士を張り合わせた、2等辺三角形の断面形状を有するプリズムである。このフーコプリズムが2等辺三角形の頂点を第2対物レンズ238側に向けて、第2対物レンズの光軸に2等辺三角形の中線が一致するように配置されている。

【0060】次に第2の実施の形態の作動を説明する。光ファイバー231の射出端からの光で、被検出面と共役な位置のプレート251をケーラー照明する。プレート251のピンホールやスリット等は、ビームスプリッタであるハーフミラー235、対物レンズ237を介して、被検出面202上に投影される。投影されたピンホール等の像は、被検出面202にて反射され、再び対物レンズ237、ビームスプリッタ235を介し、第2対物レンズ238により、被検出面と共役な位置に置かれた撮像素子242に結像する。

【0061】ここで、第2対物レンズ238とCCD等の撮像素子242の間に配置されたフーコプリズム252により、第2対物レンズからの光束は2分割される。即ちプレート202上の像は、2分割されて撮像素子242上に結像する。この2分割像は、プレート202が合焦位置にある場合のピンホールまたはスリットの像を

境にして、プレート202が合焦位置より下方にあるときは、お互いに離れる方向に、逆にプレート202が合焦位置より上方にあるときは近づく方向に、CCD242上で横ズレを生ずることとなる。このような系をアライメント検出系に組み込むことにより、アライメント光学系131~134の位置における焦点位置が検出可能となる。

【0062】以上の実施の形態では、PA-AF系141~144はアライメント系131~134の光軸上で基板202の高さ検出する構成をとったが、アライメント系131~134の位置に対して、多少ずれた位置であっても構わない。言い換えれば、アライメントを行う位置とはほぼ同一の高さで見なせる位置であればよい。また、ショット中心に対するAF系とは、波長、入射角、等のパラメータは、同じであったほうが良いが、基板の大局的な位置を検出し、更に、アライメント系131~134のピント位置を求めるのが目的であるため、特にTTL時には、アライメント系の波長に合わせたほうがアライメント系のピント位置検出には通しているとも言える。また光学式のPA-AF系ばかり記述したが、超音波を用いたセンサや、渦電流センサ等のZ方向位置センサをアライメント系131~134の近傍に設けても構わない。

【0063】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、プレートのアライメント系に対する焦点面を計測する手段を設けたので、位置合わせ時の検出誤差、テレセン性×デフォーカス分だけ、位置合わせ精度が向上するばかりではなく、更にこのときのプレートの傾斜を求めることができ、駆動系にて、基板を傾斜させることにより、傾斜成分を補正するため、計測時間、及びステージの移動時間のロスなしに、高精度の位置合わせと、投影光学系に対する基板の焦点方向の位置を正確に、設定することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の概略構成を示す斜視図である。

【図2】本発明に用いる、プレートアライメント系の斜入射型オートフォーカス系の説明図である。

【図3】プレートアライメント系における位置合わせ時の検出誤差を説明する図である。

【図4】本発明に用いる、TTL型の焦点検出系の構成を示す図である。

【図5】従来技術の表面変位検出系を説明する図である。

【図6】従来技術の液晶基板用露光装置の概略構成を示す斜視図である。

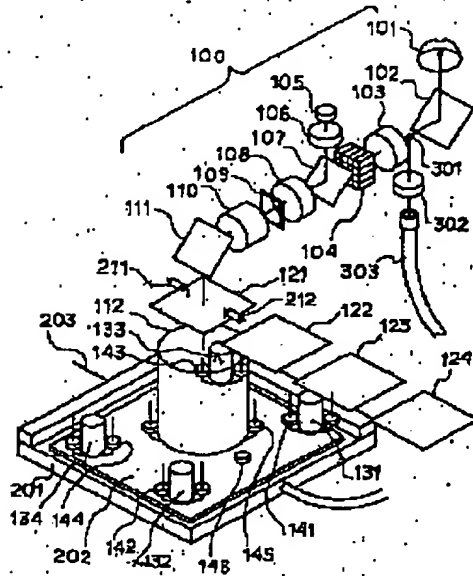
【符号の説明】

100 照明光学系  
101 光源

- 112 投影光学系
- 121~124 レチクル
- 131~134 プレートアライメント系
- 141~144 プレートアライメント系用オートフォーカス系
- 145 投影光学系用オートフォーカス系

- 201 プレートステージ
- 202 プレート
- 211、212 レチクルアライメント系
- 242 受光素子
- 252 フーコプリズム

【図1】



【図4】

